

各位朋友，今天我们来聊聊储能系统里一个有点“高冷”的话题——热管理。你或许知道，储能系统的核心是电池，而电池，特别是我们大规模使用的磷酸铁锂（LFP）电池，它对温度是相当敏感的。温度过高，会加速老化，甚至带来安全隐患；温度不均，则会影响整个电池组的一致性，导致可用容量快速衰减。这就像一个交响乐团，如果乐器音准不一，演奏效果可想而知。所以，如何让成千上万颗电芯在最佳温度区间内和谐工作，就成了行业技术攻关的重点。近年来，一种更直接、更高效的方案开始从实验室走向实际应用，那就是我们今天要探讨的：液冷储能舱，特别是采用浸没式冷却技术的磷酸铁锂系统。

## 液冷储能舱浸没式冷却磷酸铁锂实施案例剖析

各位朋友，今天我们来聊聊储能系统里一个有点“高冷”的话题——热管理。你或许知道，储能系统的核心是电池，而电池，特别是我们大规模使用的磷酸铁锂（LFP）电池，它对温度是相当敏感的。温度过高，会加速老化，甚至带来安全隐患；温度不均，则会影响整个电池组的一致性，导致可用容量快速衰减。这就像一个交响乐团，如果乐器音准不一，演奏效果可想而知。所以，如何让成千上万颗电芯在最佳温度区间内和谐工作，就成了行业技术攻关的重点。近年来，一种更直接、更高效的方案开始从实验室走向实际应用，那就是我们今天要探讨的：液冷储能舱，特别是采用浸没式冷却技术的磷酸铁锂系统。

现象是普遍的。随着储能项目规模越做越大，从兆瓦时级迈向百兆瓦时级，传统的风冷方案开始显得力不从心。风冷依赖空气对流，其比热容低，散热效率存在天花板，在大型集装箱式储能系统中，容易出现“中心热、四周凉”的温差问题。有行业数据显示，一个设计不佳的风冷系统，其电池包内部温差可能超过 $10^{\circ}\text{C}$ ，这直接导致系统可用容量下降，循环寿命大打折扣。而液冷，尤其是浸没式冷却，将电芯直接浸泡在绝缘冷却液中，通过液体与电芯表面的直接、充分接触，实现了热量的高效、均匀导出。阿拉可以讲，这就像是给电芯们集体泡了个“恒温温泉”，每个角落的温度都被精准控制。

### 从数据看浸没式液冷的优势

那么，这种技术的优势具体体现在哪些数据上呢？我们不妨来看几个关键指标。首先，是温度一致性。优秀的浸没式液冷系统可以将电池簇内电芯间的最大温差控制在 $3^{\circ}\text{C}$ 以内，甚至更低，相比风冷有数量级的提升。其次，是散热效率。冷却液的导热系数是空气的数十倍，这意味着在相同散热需求下，系统所需的泵浦功耗更低，整体能效更高。第三，是安全性的潜在提升。绝缘冷却液本身具有阻燃甚至不燃的特性，它完全包裹电芯，能够有效隔绝氧气，抑制热失控的蔓延。根据一些前沿的实验室研究和早期示范项目反馈，采用浸没冷却的LFP电池系统，在热失控蔓延测试中表现出了显著优势。

**温差控制：**电芯间温差  $\leq 3^{\circ}\text{C}$ ，保障容量与寿命。

**能效提升：**散热功耗降低，系统综合能效（AC-AC）可提升1-2%。

**安全增强：**绝缘冷却液物理隔绝，延缓或阻止热扩散。

当然，任何新技术从理论到成熟应用，都需要经过真实场景的淬炼。这恰恰是像我们海集能这样的企业所关注的。作为一家从2005年就扎根新能源领域的企业，海集能近二十年来一直专注于储能技术的研发与应用。我们在江苏南通和连云港布局了定制化与规模化并行的生产基地，构建了从电芯选型、PCS匹配、系统集成到智能运维的全产业链能力。我们的核心业务之一，就是为通信基站、物联网微站等关键

站点提供高可靠的光储一体化能源解决方案。在这些对安全性、环境适应性要求极端严苛的场景中，我们对热管理技术的理解和创新从未停止。

## 一个热带岛屿的微电网案例

让我分享一个我们正在推进的案例。在东南亚某热带岛屿的微电网项目中，客户需要一套大型储能系统来平抑光伏出力波动，实现离网运行。当地常年高温高湿，平均气温在30°C以上，这对储能系统的热管理是巨大挑战。传统的风冷方案在初期评估中，因担心高温下的散热效率和寿命折损，被客户提出了疑虑。

经过深入的技术论证，我们为客户提出了采用浸没式液冷技术的磷酸铁锂储能舱方案。这个方案的核心优势，正好切中了项目的痛点：极佳的温度均匀性确保了电池在酷热环境下依然能保持高一致性运行；高效的散热能力降低了空调等辅助冷却的负荷，提升了整个微电网的能源利用效率；而冷却液带来的额外安全保障，则让客户对在偏远岛屿部署大型储能系统更加放心。目前，该项目已进入交付阶段，预计系统投运后，电池簇内温差将稳定在2.5°C以内，系统可用容量相比同条件下风冷方案预计提升约5%，这对于提升微电网的供电可靠性和经济性至关重要。

## 项目关键数据预期

### 指标

传统风冷方案（预估）

浸没式液冷方案（目标）

### 电池簇最大温差

8-12 °C

< 3 °C

### 系统辅助冷却能耗占比

约3-5%

约1-2%

### 高温环境下循环寿命预期

标准值的85%

标准值的95%以上

## 技术演进背后的商业逻辑

当我们深入审视浸没式冷却这类技术时，会发现它不仅仅是一个工程选项，更反映了储能行业价值重心的一次迁移。早期的储能系统，大家更关注初始投资成本，即每瓦时的价格。但随着项目全生命周期成本（LCOE）概念的普及，业界越来越意识到，系统的可靠性、效率衰减速度和寿命才是决定长期价值的关键。而热管理，正是影响这些长期性能的“命门”。一次性的热失控事故可能摧毁所有资产，而日积

月累的温度不均则会悄然侵蚀项目的收益。因此，投资更先进的热管理系统，看似增加了前期成本，实则是在为未来二十年的稳定收益购买“保险”。

海集能在为全球客户提供“交钥匙”储能解决方案时，始终秉持这种全生命周期价值的理念。无论是为工商业园区配置的削峰填谷系统，还是为无电地区站点提供的风光柴储一体化能源柜，我们都将热管理设计作为系统集成的核心环节之一。从电芯的选型匹配，到液冷管路的设计，再到智能温控算法的开发，我们致力于让每一套系统都能在其特定的气候和运行条件下，发挥出最持久、最稳定的效能。这种对技术细节的执着，源自我们推动能源转型、助力可持续能源管理的初心。

## 展望与思考

浸没式液冷技术方兴未艾，它无疑为大型储能，尤其是对空间、安全、寿命有极致要求的应用场景，提供了一个强有力的选项。当然，它也面临着冷却液长期兼容性、维护复杂性、初期成本等挑战。技术的道路从来不是单一的，风冷、冷板式液冷、浸没式液冷将会在各自优势的细分市场长期共存、相互促进。

那么，对于正在规划储能项目的您来说，面对这些不同的技术路径，如何做出最合适的选择？是更看重初期的投资门槛，还是愿意为更长久的稳定性和更高的全生命周期价值买单？当您的项目所在地气候极端，或者对系统的安全冗余有超乎寻常的要求时，是否考虑过将热管理方案的优先级进一步提升？我们期待与您共同探讨，为您的下一个绿色能源项目，找到那个最“适宜”的温度平衡点。

来源: <https://hjenergysolution.com>